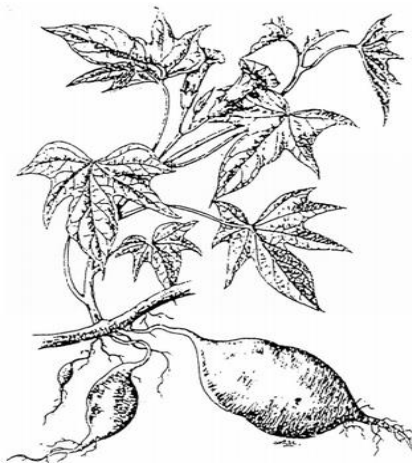


## II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Ubi Jalar, (2) Kandungan Kimia Ubi Jalar, (3) Pati Ubi Jalar, (4) Tepung Ubi Jalar, (5) Fermentasi, (6) Koji, dan (7) Roti Tawar.

### 1.1. Ubi Jalar

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan tanaman yang termasuk ke dalam jenis tanaman palawija, termasuk tanaman tropis dan dapat tumbuh dengan baik di daerah sub tropis. Disamping iklim, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ubi jalar adalah jarak tanam, varietas dan lokasi tanam. Ubi jalar dibagi dalam dua golongan, yaitu ubi jalar yang berumbi keras karena banyak mengandung pati dan ubi jalar yang berumbi lunak karena banyak mengandung air. Warna daging umbinya, ada yang berwarna putih, merah, kekuningan, kuning, merah, krem, jingga dan lain-lain (Sutrisno, 2009). Ubi jalar dapat berfungsi sebagai pengganti beras karena merupakan sumber karbohidrat (Handawi, 2010).



Gambar 1. Ubi Jalar

Kedudukan tanaman ubi jalar varietas sukuh dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Tracheophyta (tumbuhan berpembuluh)
Kelas	: Magnoliopsida (tumbuhan berdaun lembaga)
Ordo	: Solanales (tumbuhan berbunga)
Famili	: Convolvulaceae (bunga menyerupai terompet)
Genus	: Ipomoea L.
Spesies	: Ipomoea batatas (L) Lam.

#### **2.1.1. Ketersediaan Ubi Jalar**

Produktivitas ubi jalar di Indonesia rata-rata 13,93 ton/ha, dengan produksi ubi jalar Indonesia selama kurun waktu dari tahun 2008 sampai dengan 2012 sebesar 2.483.467 ton, luas areal 178.298 ha (Anonimus, 2013).

Berdasarkan jumlah total produksi ubi jalar dunia, Indonesia merupakan negara penghasil keempat terbesar setelah Cina, Tanzania, dan Nigeria. Sekitar 98% pertanaman ubi jalar dunia berada di negara-negara berkembang dengan distribusi : China 87%, negara-negara Asia lainnya 6%, Afrika 5% dan Amerika Latin 2%. Perkembangan produksi ubi jalar di Indonesia menunjukkan angka yang kurang menggembirakan karena kurangnya dukungan dari industri pengolahan ubi jalar menjadi produk yang lebih disukai masyarakat. Selain ubi jalar berdaging putih dan merah yang sudah umum dimanfaatkan, pada saat ini telah banyak pula dilakukan pengolahan ubi jalar berdaging ungu, terutama

sebagai makanan fungsional karena kandungan antioksidannya (berupa antosianin) yang tinggi.

Berikut data lima negara penghasil ubi jalar terbesar didunia dari data FAO (*Food and Agriculture Organization*) disajikan pada tabel 1.

Tabel1. Lima Negara Penghasil Ubi Jalar Terbesar Menurut FAO(*Food And Agriculture Organization*)

Peringkat	Negara	Jumlah Ubi Jalar (m/t)	dari Total Dunia (%)
1	China	70.526.000	68,6
2	Tanzania	3.470.304	3,3
3	Nigeria	3.450.000	3,3
4	Indonesia	2.386.729	2,3
5	Uganda	1.810.000	1,7

Sumber : FAO. (2016)

Perkembangan produksi ubi jalar di Indonesia menunjukkan angka yang kurang menggembirakan karena kurangnya dukungan dari industri pengolahan ubi jalar menjadi produk yang lebih disukai masyarakat.

## 2.2. Komposisi Kimia Ubi Jalar

Ubi jalar yang kita kenal selama ini merupakan bahan pangan yang kurang menarik bersifat tradisional dan pengkonsumsinya merupakan masyarakat yang berasal dari kalangan bawah saja sehingga sering dipandang sebelah mata. Namun apabila diselidiki secara seksama ubi jalar sangat memiliki potensi yang baik secara aplikasi, fungsional serta citarasa. Adapun komposisi kimia ubi jalar bervariasi tergantung dari jenis, usia, keadaan tumbuh dan tingkat kematangan, namun secara umum komposisi kimia ubi jalar ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Ubi Jalar Rata-Rata

Parameter	Komposisi
Kadar Air (%)	71,1
Energi (kJ/100 g)	457
Protein (%)	1,43
Pati (%)	22,4
Gula (%)	2,38
Serat makanan (%)	1,6
Lemak (%)	0,17
Abu (%)	0,74
Mineral (mg/100 g)	
○ Ca	29
○ P	51
○ Mg	26
○ Na	13
○ K	260
○ S	52
○ Fe	0,49
○ Zn	0,59
○ Al	0,82
Vitamin (mg/100 g)	
○ Vitamin A	24
○ Thiamin	0,60
○ Riboflavin	0,03
○ Asam nikotinat	0,09
○ Vitamin C	0,01
Anion (mg/100 g)	
○ Oksalat	81
○ Malat	81
○ Sitrat	116
Asam amino pembatas dan skor kimia	
Tripsin inhibitor	Lys 70
(TIU/g)	Leu 80
Chymotrypsin inhibitor	13,4
(CIU/g)	0-1

Sumber : Bradbury. (1989)

Menurut Soenarjo (1984), komposisi kimia ubi jalar dipengaruhi oleh varietas, lokasi, dan musimtanam. Pada musim kemarau, varietas yang sama akan menghasilkan kadar tepungyang lebih tinggi daripada musim penghujan. Umbi tanaman ubi jalar terjadi karena adanya proses diferensiasi akar sebagai akibat terjadinya penimbunan asimilat dari daun yang membentuk umbi (Widodo, 1986). Umbi tanaman ubi jalar memiliki ukuran, bentuk, warna kulit, dan warna daging

bermacam-macam tergantung pada varietasnya. Ukuran umbi tanaman ubi jalar bervariasi ada yang besar dan ada pula yang kecil. Bentuk umbi tanaman ubi jalar ada yang bulat, bulat lonjong (oval), dan bulat panjang. Kulit umbi ada yang berwarna putih, kuning, ungu, jingga, dan merah. Demikian pula, daging umbi tanaman ubi jalar ada yang berwarna putih, kuning, jingga, dan ungu muda. Struktur kulit umbi tanaman ubi jalar juga bervariasi antara tipis sampai tebal dan bergetah. Bentuk dan ukuran umbi merupakan salah satu kriteria untuk menentukan harga jual di pasaran. Bentuk umbi yang rata (bulat dan bulat lonjong) dan tidak banyak lekukan termasuk umbi yang berkualitas baik (Juanda dan Cahyono, 2000).

Ubi jalar yang berwarna putih umumnya bervariasi suku lebih diarahkan untuk pengembangan tepung dan pati karena umbi yang berwarna cerah cenderung lebih baik kadar patinya dan warnatepung lebih menyerupai terigu (Osmarkam dan Yuwono, 2002). Komposisi kimia yang berbeda dari beberapa varietas/klon ubi jalar akan menghasilkan mutu tepung yang bervariasi pula. Menurut Suarni (2005), tingginya kadar abu pada bahan menunjukkan tingginya kandungan mineral namun dapat juga disebabkan oleh adanya reaksi enzimatis (*browning enzymatic*) yang menyebabkan turunnya derajat putih tepung. Ditambahkan oleh Mudjisono dalam Ginting dan Suprpto (2005), bahwa kadar abu yang tinggi pada bahan tepung kurang disukai karena cenderung memberi warna gelap pada produknya. Semakin rendah kadar abu pada produk tepung akan semakin baik, karena kadar abu selain mempengaruhi warna akhir produk juga akan mempengaruhi tingkat kestabilan tepung akan semakin baik, karena kadar abu selain mempengaruhi warna akhir produk juga akan mempengaruhi tingkat kestabilan adonan (Bogasari, 2006; Ambarsari 2009). Komposisi zat gizi dari

varietas ubi jalar yang berbeda (putih, kuning dan ungu) hampir sama namun varietas ubi jalar ungu lebih kaya akan kandungan vitamin A yang mencapai 7.700 mg per 100 g. Jumlah ini ratusan kali lebih besar dari kandungan vitamin A bit dan 3 kali lipat lebih besar dari tomat. Setiap 100 g ubi jalar ungu mengandung energi 123 kkal, protein 1.8 g, lemak 0.7 g, karbohidrat 27.9 g, kalsium 30 mg, fosfor 49 mg, besi 0.7 mg, vitamin A 7.700 SI, vitamin C 22 mg dan vitamin B1 0.09 mg. Kandungan betakaroten, vitamin E dan vitamin C bermanfaat sebagai antioksidan pencegah kanker dan beragam penyakit kardiovaskuler. Ubi juga kaya akan karbohidrat dan energi yang mampu mengembalikan tenaga. Kandungan serat dan pektin di dalam ubi jalar sangat baik untuk mencegah gangguan pencernaan seperti wasir, sembelit hingga kanker kolon (Sutomo, 2007).

Sebagian besar karbohidrat pada pati ubi jalar terdapat dalam bentuk pati. Komponen lain selain pati adalah serat pangan dari beberapa jenis gula yang bersifat larut seperti maltosa, sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Sukrosa merupakan gula yang banyak terdapat dalam ubi jalar. Total gula dalam ubi jalar berkisar antara 0,38% hingga 5,64% dalam berat basah (Sulistiyo, 2006). Kandungan gula dalam ubi jalar yang telah dimasak jumlahnya meningkat bila dibandingkan jumlah gula pada ubi jalar mentah. Selain karbohidrat, ubi jalar juga mengandung lemak, protein, dan betakaroten.

Karakteristik ubi jalar yang berhubungan dengan kandungan karbohidrat adalah kecenderungan timbulnya flatulensi setelah mengonsumsi ubi jalar. Flatulensi disebabkan oleh gas flatus yang merupakan hasil samping fermentasi karbohidrat yang tidak dicerna dalam tubuh yang dilakukan oleh mikroflora usus.

Menurut Darmadjati (2003), karbohidrat yang tidak tercerna tersebut antara lain pati tidak tercerna (*resistant starch*), oligosakarida tak tercerna (*nondigestibility oligosaccharides*), dan polisakarida non pati (*non strach polysaccharides*) seperti komponen-komponen serat makanan.

### 2.3. Pati Ubi Jalar

Pati secara alami terdapat di dalam senyawa-senyawa organik di alam yang tersebar luar seperti di dalam biji-bijian, akar, batang yang disimpan sebagai energi selama dormansi dan perkecambahan. Ketika tanaman menghasilkan molekul-molekul pati, tanaman akan menyimpannya di dalam lapisan-lapisan di sekitar pusat hilum membentuk suatu granula yang kompak (Smith, 1982). Pati merupakan suatu karbohidrat yang tersusun atas atom-atom karbon, hidrogen dan oksigen dengan perbandingan : 6:10:5 ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>. Kadar pati dari beberapa varietas ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Pati Pada Beberapa Varietas Ubi Jalar

Varietas	Kadar Air (%)	Kadar Abu (% bk)	Kadar Pati (% bk)	Kadar Amilosa (% bk)	Kadar Serat (% bk)
Sukuh	12,04	0,21	94,56	39,00	0,09
Sari	9,44	0,39	91,15	33,39	0,20
Pakhong	9,14	0,50	90,40	36,34	0,31
Ayamurusaki	7,95	0,44	89,76	34,71	0,12

Sumber : Ginting. (2005)

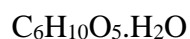
Pati merupakan polimer kondensasi dari suatu glukosa yang tersusun dari unit-unit anhidroglukosa. Unit-unit glukosa terikat satu dengan lainnya melalui C1 Oksigen yang dikenal sebagai ikatan glikosida (Swinkels, 1985). Pati merupakan campuran dari amilosa dan amilopektin yang tersusun di dalam granula pati. Amilosa merupakan polimer linier yang mengandung 500-2000 unit glukosa yang

terikat oleh ikatan  $\alpha$ -(1,4) sedangkan amilopektin selain mengandung ikatan  $\alpha$ -(1,4) juga mengandung ikatan  $\alpha$ -(1,6) sebagai titik percabangannya. Molekul amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2. (Smith, 1982; Swinkels, 1985; Pomeranz 1991). Pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan secara luas juga dipergunakan dalam industri seperti kertas, lem, tekstil, lumpur pemboran, permen, glukosa, dekstrosa, sirup fruktosa, dan lain-lain. Dalam perdagangan dikenal dua macam pati yaitu pati yang belum dimodifikasi dan pati yang telah dimodifikasi. Pati yang belum dimodifikasi atau pati biasa adalah semua jenis pati yang dihasilkan dari pabrik pengolahan dasar misalnya tepung tapioka (Ebookpangan.com, 2006). Kualitas pati dan tepung ubi jalar tidak terlepas dari bahan baku yang bermutu termasuk ukuran umbi. Untuk tujuan konsumsi langsung, ukuran umbi yang diperlukan mempunyai bobot 100-200 g per umbi (sedang sampai besar), sementara untuk tujuan industri diperlukan umbi berukuran di atas 200 g per umbi. Umbi segar ubi jalar dari varietas yang berbeda dapat menghasilkan karakteristik pasta pati yang berbeda yang mempengaruhi mutu mie. Umbi yang terdapat pada ubi jalar atau akar pada ketela pohon atau singkong mengandung pati yang cukup banyak, sebab ketela pohon selain dapat digunakan sebagai makanan sumber karbohidrat, juga digunakan sebagai bahan baku dalam pabrik tapioka. Butir-butir pati apabila diamati dengan menggunakan mikroskop, ternyata berbeda-beda bentuknya, tergantung dari tumbuhan apa pati tersebut diperoleh. Butir-butir pati tidak larut dalam air dingin tetapi apabila suspensi dalam air dipanaskan, akan terjadi suatu larutan koloid yang kental. Larutan koloid ini apabila diberi larutan iodium akan



berwarna biru. Warna biru tersebut disebabkan oleh molekul amilosa yang membentuk senyawa. Amilopektin dengan iodium akan memberikan warna ungu atau merah lembayung (Poedjiadi dan Supriyanti, 2006).

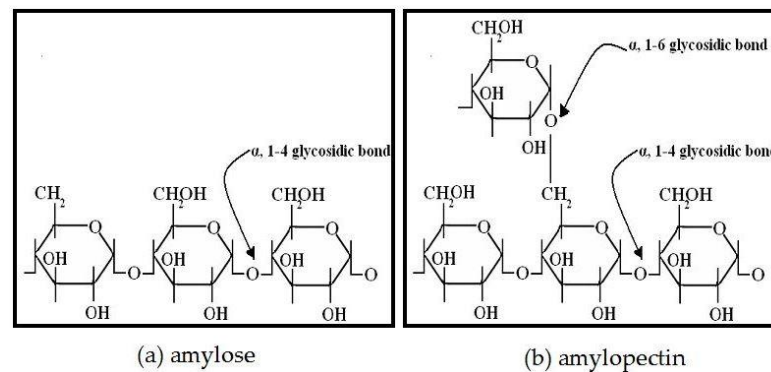
Banyak macam pati ditemukan di alam karena ia disintesis oleh ribuan macam tumbuhan. Sebagai senyawa atau zat, pati yang berasal dari banyak sumber tersebut dibedakan dari bentuk mikroskopisnya. Setiap macam pati memiliki bentuk partikel atau granula yang berbeda. Bentuk granula pati secara mikroskopis tersebut dipakai untuk membedakan berbagai pati alamiah secara praktis. Granula pati mengandung 14% sampai dengan 19% air, 10% di antaranya sebagai air terikat dalam molekul. Rumus kimia pati yang bermolekul air adalah sebagai berikut :



Di alam, lebih banyak ditemukan pati berstruktur amilopektin, yaitu 80-90%, sedangkan sisanya 10-20% merupakan pola amilosa. Kedua tipe tersebut dapat dipisahkan, yaitu dengan melarutkannya ke dalam air mendidih, amilosa akan mengendap sedangkan amilopektin membentuk koloid yang kalau dibiarkan akan menarik air dan terbentuk pasta (Hawab, 2004).

Perbandingan molekul amilosa dan amilopektin di dalam pati tergantung dari sumber tanaman asal, misalnya jagung mempunyai 25% amilosa dan sisanya amilopektin. Jagung dengan amilosa tinggi dapat mencapai 80% amilosa sedangkan tapioka hanya mengandung 17% amilosa (Smith, 1982). Komponen lain selain amilosa dan amilopektin disebut komponen minor karenanya kandungannya sangat kecil tetapi sangat mempengaruhi dari sifat fisika-kimia

pati. Komponen ini diantaranya protein yang jumlahnya kurang dari 5%, lemak yang jumlahnya sekitar 1% (Eliasson *and* Gudmundson 1996).



Gambar 2. Struktur Amylosa dan Amylopektin

Jika granula pati dipisahkan dan akan tercapai pada suhu dimana pada saat itu akan terjadi hilangnya sifat polarisasi cahaya pada hilum, mengembangnya granula pati yang bersifat tidak dapat kembali disebut dengan gelatinisasi (Swinkels, 1985).

Menurut Olku and Rha (1978) di dalam Pomeranz (1991), gelatinisasi granula pati mencakup : 1. Hidrasi dan mengembangnya beberapa kali dari ukuran semula, 2. Hilangnya sifat *birefringence*, 3. Peningkatan kejernihan pasta, 4. Peningkatan konsistensi dan pencapaian puncak secara cepat dan jelas, 5. Ketidaklarutan molekul-molekul linier dan pendifusian dari granula-granula yang pecah, 6. Retrogradasi dari campuran sampai membentuk gel.

Suhu gelatinisasi untuk pati asli merupakan kisaran temperatur, semakin besar kisaran suhunya sangat dipengaruhi oleh ikatan granula yang bervariasi sesuai dengan jenis pati. Kisaran suhu gelatinisasi pati jagung 70-89°C, kentang 57-87°C, gandum 50-86°C, tapioka 68-92°C, Corn waxy 68-90°C (Smith 1982; Swinkels, 1985).

Bentuk dan ukuran granula pati tergantung dari jenis tanaman penghasil pati. Perbedaan derajat putih ini disebabkan karena sumber atau jenis asal dari patinya, dimana tapioka berasal dari akar sedangkan sawit dan sagu berasal dari batang. Kejenihan pasta pati kelapa sawit lebih rendah dari pati sagu dan tapioka. Hal ini menunjukkan bahwa pati kelapa sawit bersifat lebih opaque dibanding sagu dan tapioka. Menurut Radley (1977), kejernihan dipengaruhi oleh persentase kandungan bahan selain pati seperti sisa serat, partikel protein dan lemak. Bahan-bahan tersebut meningkatkan keburaman, seperti yang telah diketahui kandungan serat dan lemak pati kelapa sawit lebih tinggi dari sagu dan tapioka sehingga mengakibatkan % T menjadi rendah.

Viskositas puncak pati tapioka sebesar 568 BU lebih tinggi dari pati sawit 484 BU dan Sagu 408 BU. Dari nilai ini dapat dikatakan tapioka lebih kental dari sawit dan sagu pada konsentrasi yang sama. Hal ini diduga karena tingginya kandungan protein pada tapioka. Kandungan protein yang tinggi didalam pati dapat meningkatkan viskositas puncak dan suhu gelatinisasi (Jane, 1992). Menurut Hoover (1996) dan Rasper (1982) dalam Ratnayak (2001) sifat pasta pati dipengaruhi oleh granula yang mengembang, gesekan diantara granula yang mengembang, peluruhan amilosa, kristalinitas pati dan panjang rantai komponen pati. Stabilitas pasta pati didefinisikan sebagai selisih antara viskositas puncak dengan viskositas pada suhu 95°C yang dipertahankan selama 30 menit (Muhammad, 2000) dalam (Ridwansyah, 2002).

Pati ubi jalar (*Ipomea batatas*) termasuk dalam famili *Cavulaceae*. Varietas ubi jalar sangat beragam. Dua kelompok ubi jalar yang umum

dibudidayakan adalah jenis ubi jalar yang memiliki daging ubi keras (padat), kering dan berwarna putih; dan jenis ubi jalar dengan daging umbi lunak, kadar air tinggi dan warnanya kuning-oranye (Anonim, 2003). Karbohidrat merupakan kandungan utama dari ubi jalar. Selain itu, ubi jalar juga mengandung vitamin, mineral, fitokimia (antioksidan) dan serat (pektin, selulosa, hemiselulosa). Kadar pati dalam ubi jalar ubi jalar segar sekitar 20% (Santosa *et al*, 1997). Pati ubi jalar berbentuk bulat sampai oval, dengan diameter 3 – 40  $\mu\text{m}$  dengan kandungan amilosa sekitar 15 – 25% (Moorthy, 2004). Penelitian Syamsir dan Honestin (2007) menunjukkan bahwa tepung ubi jalar dari varietas sukuh yang dibuat dengan pengeringan sinar matahari memiliki suhu gelatinisasi yang tinggi (80.3°C), viskositas puncak tinggi (540 BU), dengan breakdown dan set back yang tinggi (berturut-turut 75 BU dan 165 BU). Menurut Moorthy (2004), pasta pati ubi jalar terbentuk pada kisaran suhu 66.0-84.6°C, dengan viskositas puncak sekitar 480 BU, volume pengembangan pati sekitar 20-27 ml/g dengan kelarutan 15- 35% (Syamsir, 2008).

Kandungan pati yang terdapat didalam pati ubi jalar berkisar antara 88.1 sampai 99.8% dan kandungan amilosa sekitar 8.5 sampai 37.4% (Takeda *and others* 1986; Tian *and others* 1991; Madhusudhan *and others* 1992; Collado and Corke 1997; Garcia and Walter 1998; Oduro *and others* 2000). Ukuran kedalaman granula diantara 2.1 sampai 30.7  $\mu\text{m}$  dan ukuran titik tengahnya dimulai dari 9.2 sampai 11.3  $\mu\text{m}$  (Zhang and Oates, 1999) dalam (Zhen, 2003).

Kandungan pati di dalam tepung cukup penting, sehingga semakin tinggi kandungan pati semakin dikehendaki konsumen. Kandungan pati didalam bahan

bakunya akan dipengaruhi oleh umur tanaman dan lama penyimpanan setelah panen. Umur optimal ubi jalar tercapai apabila kandungan patinya maksimum dan kandungan seratnya rendah. Oleh karena itu, pada pembuatan tepung ubi jalar apabila dikehendaki kandungan patinya maksimum, maka ubi jalar hasil panen sebaiknya segera diolah dan tidak dilakukan penyimpanan, toleransi penyimpanan setelah panen dapat dilakukan. Perlakuan tersebut dapat menurunkan kandungan patinya. Namun demikian, toleransi penyimpanan setelah panen dapat dilakukan hingga maksimum tujuh hari (Antarlina dan Utomo, 1999).

Pembuatan tepung dan pati ubi jalar adalah sejenis pengolahan yang berguna untuk memperpanjang umur simpan ubi jalar. Pati ubi jalar merupakan *starch* dari ubi jalar yang mempunyai sifat diantara pati singkong dan patikentang. Berbagai jenis produk yang dapat diproduksi dari pati ubi jalar adalah gula dan sirup (Syarieff dan Irawati, 1988).

Secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang disebut granula. Bentuk granula pati beragam, dan penampakan mikroskopik dari granula pati seperti bentuk, ukuran, keseragaman, letak hilum bersifat khas untuk setiap jenis pati sehingga dapat digunakan untuk identifikasi pati (Hodge, J.E and E.M Osman. 1976 dalam Fraidah, 2003). Ukuran granula pati bervariasi dari 2-100  $\mu\text{m}$  dan dapat berbentuk oval, bulat, atau tidak teratur. Bentuk dan ukuran granula tidak tergantung pada kandungan amilosa. Secara alami pati dalam granula aslinya memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda-beda (Liu, 2005). Kandungan pati pada beberapa bahan pangan pati (%) dalam basis kering dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Pati Pada Beberapa Bahan Pangan

<b>Bahan Pangan</b>	<b>Pati (%) dalam basis kering</b>
<b>Biji gandum</b>	67
<b>Beras</b>	89
<b>Jagung</b>	57
<b>Biji sorghum</b>	72
<b>Kentang</b>	75
<b>Ubi jalar</b>	90
<b>Ubi kayu</b>	90

Sumber : Iptek Net. (2005)

#### 2.4. Tepung Ubi Jalar

Teknologi pengolahan umbi-umbian menjadi tepung sangat sederhana dan murah. Dengan teknologi itu, usaha skala kecil-menengah mampu menghasilkan tepung dengan kualitas yang tidak kalah bagus dibandingkan tepung terigu yang diproduksi perusahaan besar. Ubi jalar adalah salah satu pilihan dari sekian banyak jenis umbi, yang untuk tahap awal bisa dijadikan jawaban untuk pemenuhan kebutuhan tepung di Indonesia, serta tepung yang dihasilkan mempunyai karakteristik yang baik, serta nilai gizinya yang cukup baik (Budijanto, 2008). Pengembangan pengolahan ubi jalar menjadi produk-produk setengah jadi maupun produk jadi selain dapat mendorong penganekaragaman pangan diharapkan juga dapat meningkatkan nilai tambah ubi jalar serta meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani (Hariyadi, 2004). Menurut Welirang (2003), dengan tersedianya aneka tepung maka dengan sendirinya akan memberikan kemudahan untuk tumbuhnya usaha dibidang pengolahan makanan dalam skala kecil dan menengah.

Pembuatan tepung ubi jalar dimodifikasi meliputi pembersihan, penghancuran (pengirisan), fermentasi, dan pengeringan sampai kadar air tertentu.

Tepung ubi jalar juga memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai sumber karbohidrat, serat pangan, dan beta karoten (Kadarisman dan Sulaeman, 1993). Selain itu tepung ubi jalar mempunyai kandungan gula yang cukup tinggi sehingga dalam pembuatan produk olahan berbahan tepung ubi jalar dapat mengurangi penggunaan gula sebanyak 20% (Nuraini, 2004). Komposisi kandungan gizi tepung ubi jalar seperti tercantum pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Komposisi Kandungan Gizi Tepung Ubi Jalar

Komposisi	Tepung Ubi Jalar		
	Putih	Merah	Kuning
Air (%bk)	6,40	4,25	4,50
Abu (%bk)	1,78	2,92	2,05
Karbohidrat (%bk)	79,41	65,93	79,36
Protein (%bk)	2,35	2,36	2,85
Lemak (%bk)	0,75	0,76	0,45
Serat Kasar (%bk)	2,45	4,19	3,31
Gula (%bk)	5,23	18,38	5,51

Sumber : Anwar. (1993)

Tepung ubi jalar dapat digunakan langsung untuk keperluan sehari-hari seperti membuat kue atau dijual ke pasaran dalam bentuk kemasan. Tepung ubi jalar telah digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan roti, kue-kue, biskuit, dan lainnya. Tepung ini dapat pula digunakan dalam pembuatan bahan makanan campuran untuk anak balita (Marliyati, 1992). Tepung ubi jalar harus memiliki kriteria mutu seperti pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Kriteria Mutu Tepung Ubi Jalar

Kriteria	Nilai
Kadar air (maksimal)	15 %
Keasaman (maksimal)	4 ml 0,1 N NaOH/100 gram
Kadar pati (minimal)	55 %
Kadar serat (maksimal)	3 %
Kadar abu	2 %

Sumber : Anonim. (2008)

## 2.5. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses yang menggunakan mikroorganisme untuk merubah atau mengkonversi substrat padat atau cair menjadi berbagai produk. Substrat yang digunakan sangat banyak yaitu bahan-bahan yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Produk-produk turunan fermentasi sangat bervariasi, seperti roti, keju, saos, pickel sayuran, cocoa, bir, anggur, asam sitrat, asam glutamat dan lainnya.

### 2.5.1. Tipe Fermentasi

Secara komersial fermentasi dapat diklasifikasikan, yaitu : fermentasi padat atau kultur terendam. Pada fermentasi padat, mikroorganisme tumbuh pada padatan yang sedikit lembab dengan sedikit kandungan air bebas, seperti pada fermentasi biji kakao, pembuatan gari dengan menggunakan bahan baku singkong, fermentasi tempe dan pada saat sekarang telah dioperasikan oleh industri besar. Sedangkan fermentasi terendam merupakan fermentasi yang menggunakan substrat terlarut, seperti larutan gula, atau substrat padat yang terendam atau tersuspensi di dalam air dalam bentuk bubur (*slurry*). Fermentasi terendam digunakan untuk produksi pickel sayuran, yoghurt, brewing beer, anggur dan lainnya. Fermentasi padat dan substrat terendam dapat dibagi lagi menjadi fermentasi aerobik dan anaerobik. Contoh fermentasi aerobik, yaitu produksi asam sitrat dengan menggunakan *Aspergillus niger*, sedangkan contoh fermentasi substrat terendam secara anaerobik, yaitu dalam produksi yoghurt. Proses fermentasi mungkin hanya menggunakan satu spesies mikroorganisme yang memberikan pengaruh pada perubahan kimia substrat. Substrat sebelum



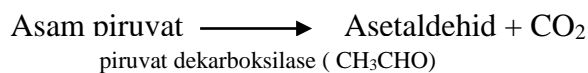
digunakan harus disterilkan untuk membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan pada fermentasi. Fermentasi bahan makanan kadang kala tidak steril karena dibutuhkan partisipasi dari mikroorganisme lain yang bekerja secara simultan yang memberikan pengaruh terhadap rasa, aroma dan tekstur (Chisti, 1999).

Fermentasi gula oleh ragi dapat menghasilkan etil alkohol dan karbon dioksida menjadi dasar dari fermentasi alkohol.

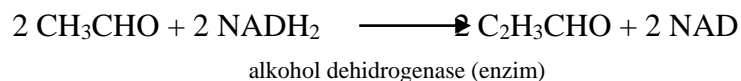
Reaksi :

a) Gula ( $C_6H_{12}O_6$ )  $\longrightarrow$  Asam piruvat (glikolisis)

b) Dekarboksilasi asam piruvat



c) Asetaldehid oleh alkohol dehidrogenase diubah menjadi alkohol (etanol)



Reaksi singkat :



Mekanisme fermentasi alkohol, Proses fermentasi ini dimulai dengan glikolisis yang menghasilkan asam piruvat. Reaksi ini tidak ada oksigen, sehingga asam piruvat diubah menjadi asam laktat, yang mengakibatkan elektron tidak meneruskan perjalanannya sehingga tidak lagi menerima elektron dari NADH dan FAD. Berarti NADH yang diperlukan dalam siklus Krebs juga tidak terbentuk, akibatnya siklus krebs terhenti. Tetapi NADH di luar mitokondria dapat dibentuk dari NADH melalui proses pembentukan asam laktat dari asam piruvat. Asam

laktat adalah zat kimia yang merugikan karena bersifat racun. Pada fermentasi alkohol dihasilkan 2 ATP, 2NADH, 2 CO<sub>2</sub> dan 2 Alkohol/etanol.

Beberapa tahapan fermentasi diantaranya :

#### 1. Hidrolisis

Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa dan glukosa (Purba, 2009).

Reaksi hidrolisis dapat terjadi pada semua ikatan yang menghubungkan monomer yang satu dengan yang lainnya sehingga diperoleh produk berupa glukosa. Proses hidrolisis pati menjadi sirup glukosa dapat menggunakan katalis enzim, asam atau gabungan keduanya. Hidrolisis secara enzimatik memiliki perbedaan mendasar dengan hidrolisis secara asam. Hidrolisis secara asam memutus rantai pati secara acak, sedangkan hidrolisis secara enzimatik memutus rantai pati secara spesifik pada percabangan tertentu. Hidrolisis secara enzimatik lebih menguntungkan dibandingkan hidrolisis asam, karena prosesnya lebih spesifik, kondisi prosesnya dapat dikontrol, biaya pemurnian lebih murah, dan kerusakan warna dapat diminimalkan (Virlandi, 2008). Secara garis besar, tahap hidrolisis pati adalah gelatinisasi, liquifikasi dan sakarifikasi.

Purba (2009) menjelaskan bahwa proses hidrolisis enzimatik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: Enzim, ukuran partikel, Suhu, pH, waktu hidrolisis, perbandingan cairan terhadap bahan baku (volume substrat), dan pengadukan. Enzim yang dapat digunakan adalah  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, amiloglukosidase,

glukosa isomerase, pullulanase, dan isoamilase. Enzim yang biasa digunakan untuk proses pembuatan sirup glukosa secara sinergis adalah enzim  $\alpha$ -amylase dan enzim glukamilase.

Enzim  $\alpha$ -amylase akan memotong ikatan amilosa dengan cepat pada pati kental yang telah mengalami gelatinisasi. Kemudian enzim glukamilase akan menguraikan pati secara sempurna menjadi glukosa pada tahap sakarifikasi. Secara umum proses hidrolisis terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

a. Gelatinisasi

Gelatinisasi, yaitu memecah pati yang berbentuk granular menjadi suspensi yang viscous. Gelatinisasi, yaitu memecah pati yang berbentuk granular menjadi suspensi yang viscous. Granular pati dibuat membengkak akibat peningkatan volume oleh air dan tidak dapat kembali lagi ke kondisi semula. Perubahan inilah yang disebut gelatinisasi. Suhu pada saat granular pecah disebut suhu gelatinisasi yang dapat dilakukan dengan adanya panas.

b. Liquifikasi

Tahap liquifikasi secara enzimatik merupakan proses hidrolisa pati menjadi dekstrin oleh enzim pada suhu diatas suhu gelatinisasi dan pH optimum aktivitas enzim, selama waktu yang telah ditentukan untuk setiap jenis enzim. Proses liquifikasi selesai ditandai dengan parameter dimana larutan menjadi lebih encer seperti sup.

c. Sakarifikasi

Tahap sakarifikasi adalah tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana dengan penambahan enzim glukamilase. Pada tahap ini dekstrin

diubah menjadi glukosa. Untuk memurnikan sirup glukosa yang dihasilkan dapat dengan proses absorpsi oleh arang aktif.

## 2. Fermentasi Gula Menjadi Alkohol

Enzim yang mampu memecah glukosa menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub> adalah enzim kompleks yang disebut *Zimase* yang dihasilkan oleh genus *Saccharomyces*. Proses ini terus berlangsung dan akan berhenti jika kadar etanol sudah meningkat sampai tidak dapat diterima lagi oleh sel-sel khamir. Tingginya kandungan alkohol akan menghambat pertumbuhan khamir dan hanya mikroba yang toleran terhadap alkohol yang dapat tumbuh.

## 3. Pembentukan Asam

Apabila proses fermentasi tape terus berlanjut maka terbentuk asam asetat karena adanya bakteri *Acetobacter* yang sering terdapat pada ragi yang bersifat oksidatif. Metanol yang dihasilkan dari penguraian glukosa akan dipecah oleh *Acetobacter* menjadi asam asetat, asam piruvat, dan asam laktat. Asam piruvat adalah produk antara yang terbentuk pada hidrolisis gula menjadi etanol. Asam piruvat dapat diubah menjadi etanol dan asam laktat.

## 4. Pembentukan Ester

Alkohol yang dihasilkan dari penguraian glukosa oleh khamir akan dipecah menjadi asam asetat pada kondisi aerobik. Pada proses fermentasi lanjut, asam organik yang terbentuk seperti asam asetat akan bereaksi dengan etanol membentuk suatu ester aromatik sehingga tape memiliki rasa yang khas.

Fermentasi alkohol biasanya digunakan pada industri roti. Adanya CO<sub>2</sub> pada fermentasi alkohol berguna untuk mengembangkan adonan roti. Apabila roti di oven maka CO<sub>2</sub> akan terdorong keatas maka berkembanglah roti dan timbul pori di roti.

Winarno dan Fardiaz (1990:68) berpendapat di dalam proses fermentasi, kapasitas mikroba untuk mengoksidasi tergantung dari jumlah aseptor elektron terakhir yang dapat dipakai. Sel-sel melakukan fermentasi menggunakan enzim-enzim yang akan mengubah hasil dari reaksi oksidasi, dalam hal ini yaitu asam menjadi senyawa yang memiliki muatan lebih positif, sehingga dapat menangkap elektron terakhir dan menghasilkan energi. Khamir lebih cenderung memfermentasi substrat karbohidrat untuk menghasilkan etanol bersama sedikit produk akhir lainnya jika tumbuh dalam keadaan anaerobik.

### **2.5.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi**

Proses fermentasi dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti suhu, pH, komposisi medium fermentasi, oksigen terlarut, CO<sub>2</sub> terlarut, sistem operasional (*batch* atau *continue*), umpan dengan pre-cursor, pencampuran (siklus melalui lingkungan bervariasi), dan tegangan geser (*shear rate*) dalam fermentor. Variasi dari faktor-faktor di atas mungkin memberikan pengaruh pada laju fermentasi, *yield* produk yang dihasilkan, sifat organoleptik dari produk, seperti kenampakan, bau, tekstur dan rasa, toksin yang dihasilkan dengan kadar yang tinggi, kualitas nutrisi dan sifat fisika-kimia produk (Chisti, 1999).

Formulasi dari medium fermentasi akan mempengaruhi *yield* yang dihasilkan, laju pembentukan produk dan profil produk yang dihasilkan. Medium

harus cukup mengandung sumber karbon, nitrogen, *trace element*, dan mikronutrisi yaitu vitamin yang dibutuhkan oleh mikroorganisme.

Idowu (2012) melaporkan tepung yang dihasilkan dari pengolahan irisan singkong yang difermentasi dengan perendaman di dalam air selama 3 hari dan irisan ubi jalar yang difermentasi dengan perendaman selama 72 jam, masing-masing difermentasi pada suhu kamar, memberikan kadar air kedua jenis tepung tidak berbeda nyata, kadar protein tepung ubi jalar lebih tinggi yaitu 5,5% dan tepung singkong sebesar 1,31%.

Fermentasi dalam pengolahan pangan adalah proses pengolahan pangan dengan menggunakan aktivitas mikroorganisme secara terkontrol untuk meningkatkan keawetan pangan dengan diproduksinya asam dan atau alkohol, untuk menghasilkan produk dengan karekateristik *flavor* dan aroma yang khas, atau untuk menghasilkan pangan dengan mutu dan nilai yang lebih baik. Hasil fermentasi adalah etanol, dan asam laktat (Anonim, 2007).

Fermentasi terbagi dua tipe berdasarkan tipe kebutuhan akan oksigen yaitu tipe aerobik dan anaerobik. Tipe aerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Semua organisme untuk hidupnya memerlukan sumber energi yang diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, dimana organisme itu berada.

## **2.6. Koji**

Koji adalah konsentrat enzim amilase, protease dan enzim-enzim lainnya yang diperoleh dengan cara membiakan galur khusus kapang atau bakteri pada beras yang telah dikukus. Koji dibuat baik dari beras maupun barley yang

direndam dalam air selama 17 jam pada suhu 25°C. Selanjutnya beras tersebut dikukus selama 70 menit, didinginkan kemudian diinokulasi dengan galur-galur mikroorganisme yang akan dibuat koji *Bacillus subtilis*. Beras yang telah diinokulasi ditebarkan di atas wadah yang terbuat dari bambu. Selama pertumbuhan mikroorganisme, suhu harus dikontrol dan pertumbuhan mikroorganisme dibiarkan berlangsung sampai semua butirberas ditumbuhi oleh sel mikroorganisme yang diperlukan untuk fermentasi (Rahman, 1992).

Enzim amilase dan mikroorganisme penghasil enzim $\alpha$ -amilase terdapat pada tanaman, jaringan mamalia, dan mikroba.  $\alpha$ -amilase murni dapat diperoleh dari berbagai sumber, misalnya dari *malt (barley)*, ludah manusia dan pankreas, serta dapat diisolasi dari *Bacillus subtilis* (Winarno, 1983).

Tabel 7. Beberapa Sumber Enzim Komersial

Sumber	Enzim
Kapang :	
<i>Aspergillus oryzae</i>	$\alpha$ -amilase, protease
<i>Aspergillus niger</i>	$\alpha$ -amilase, glukoamilase, selulase, pektinase, glukosa oksidase, katalase
<i>Rhizopus sp</i>	Amilase, glukoamilase, pektinase, lipase
Bakteri :	
<i>Bacillus subtilis</i>	$\alpha$ -amilase, protease
<i>Micrococcus lysodeikticus</i>	Katalase
Khamir :	
<i>Sacharomices lysodeikticus</i>	Invertase
<i>Sachaomices fragilis</i>	Laktase

Sumber : Tranggono. (1990)

Tabel 8. Penggunaan Beberapa Enzim dari Mikroba

Nama Mikroba	Jenis Enzim Utama	Penggunaan dalam Pengolahan
<i>Bacillus subtilis</i>	Karbohidrase	- sirup coklat (viskositas) - sereal pra tanak (modifikasi pati)
	Protease	- bir (penjernihan) - hidrolisat protein
<i>Aspergillus oryzae</i>	Karbohidrase	- sirup konversi - sari buah (penjernihan) - sirup coklat (viskositas)
	Protease	- pengempukan daging
<i>Aspergillus niger</i>	Karbohidrase	- produksi alkohol
	Selulase	- konsentrat kopi (viskositas)
	Glukosa oksidase	- pengeringan telur
	Katalase pektinase	- sari buah/wine
	Lipase	- keju

Sumber : Beckhorn. (1965) dalam Winarno. (1983)

## 2.7. Roti Tawar

Roti tawar merupakan roti yang terbuat dari adonan tanpa menggunakan telur dengan sedikit gula atau tidak sama sekali, penggunaan gula pada pembuatan roti tawar hanya digunakan pada pencepatan proses fermentasi (Lilik Noer Yulianti, 2004:28).

Menurut SNI (1995), definisi roti adalah produk yang diperoleh dari adonan tepung terigu yang diragikan dengan ragi roti dan dipanggang, dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Jenis roti yang beredar saat ini sangat beragam dan secara umum roti biasanya dibedakan menjadi roti tawar dan roti manis atau roti isi. Roti tawar adalah roti yang tidak ditambahkan rasa atau isi apapun, sehingga rasanya tawar. Biasanya konsumen menambahkan sendiri isinya sesuai dengan keinginan dan selera masing-masing. Bisa diolesi margarin, ditaburi cokelat mesis, diisi keju, diolesi selai buah, diisi telur, daging, atau kombinasi dari berbagai bahan tersebut (Anonim, 2006).



Menurut Anonim (2000), kandungan nutrisi per 100 gram roti tawar dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan Gizi Roti Tawar

Nutrisi	Persyaratan
Air	37,7 g
Energi	246 kcal, 1029 kJ
Protein	9,7 g
Total lemak	4,2 g
Karbohidrat	46,1 g
Serat	6,9 g
Ampas	2,3 g

Sumber : Anonim. (2000)

### 2.7.1. Bahan Baku Pembuatan Roti Tawar

#### 1. Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan hasil penepungan dari biji gandum sehingga sering disebut tepung gandum, yang berasal dari proses penggilingan biji gandum (Jones dan Amos, 1967). Menurut Charley (1970), terdapat 3 jenis gandum yang ditanam. Dua diantaranya *Triticum aestivum* dan *Triticum compactum* digunakan untuk membuat tepung, sedangkan yang ketiga yaitu gandum jenis durum digunakan untuk membuat produk-produk macaroni.

Menurut Jones dan Amos (1967), kandungan nutrisi tepung terigu secara umum dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kandungan Nutrien Tepung Terigu Secara Umum

Komponen Prosentase	Komponen Prosentase
Air	13,0 - 15,5
Pati	65 - 70
Protein	8 - 13
Selulosa	0 - 0,2
Lemak	0,8 - 1,5
Gula	1,5 - 2,0
Mineral	0,3 - 0,6

Sumber : Jones dan Amos. (1967)

Tepung terigu yang berada di pasaran dapat dibedakan menjadi 3 macam (Astawan, 1999). Berdasarkan kandungan gluten (protein) yaitu;

- a. Hard Flour, mempunyai kandungan protein 12-13%. Bersifat menyerap air dengan baik untuk membentuk adonan dengan konsistensi yang tepat, memiliki kekentalan, dan elastisitas yang baik. Adonan yang terbuat dari hard flour memiliki viskositas yang tinggi dan cocok digunakan dalam pembuatan mie dan roti yang berkualitas tinggi.
- b. Medium Hard Flour, mengandung protein 9,5-11%. Tepung ini banyak digunakan untuk pembuatan roti, mie dan macam-macam kue serta biskuit.
- c. Soft Flour, mengandung protein yang berkisar antara 7-8,5%. Tepung ini memiliki daya serap air yang rendah sehingga sulit diaduk dan diragikan. Jenis tepung ini tidak cocok dalam pembuatan roti tetapi lebih cocok untuk pembuatan cake, pastel, biskuit dan kue kering.

Menurut Matz (1972), komposisi kimia tepung terigu antara Hard Wheat dan Soft Wheat dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Kandungan Nutrien Tepung Terigu Antara Hard Wheat dan Soft Wheat

Komponen	Hard Wheat	Soft Wheat
Air (%)	18	8
Protein (%)	18	7
Lemak (%)	2	1,5
Karbohidrat (%)	68	60
Serat kasar (%)	2,5	2
Abu (%)	2	1,5

Sumber : Matz. (1972)

## 2. Gula

Menurut Anonim (1983), gula merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan roti karena dapat memenuhi beberapa fungsi antara lain: makanan

*yeast*, penambah gizi, gula dapat sebagai pengatur fermentasi adonan roti, memperpanjang umur simpan. Pemakaian gula dalam roti yaitu untuk membuat remah roti lebih lunak dan lebih basah. Jenis gula yang biasa digunakan adalah gula tebu atau sukrosa yang digunakan sebagai pemanis. Ragi memerlukan gula dalam proses fermentasi. Gula yang tersisa selama proses fermentasi disebut sisa gula. Sisa gula dan garam akan mempengaruhi pembentukan warna coklat pada kulit roti dan pembentukan rasa. Pada umumnya gula dipakai untuk memberikan rasa manis pada produk, namun mempengaruhi tekstur dan kenampakan (Sulistyo, 1999).

### 3. Mentega

Mentega dan lemak padat atau mentega putih (Shortening) adalah lemak yang digunakan dalam adonan roti tawar. Shortening adalah campuran lemak dengan pengemulsi agar bersifat plastis. Mentega putih adalah lemak, yang umumnya berwarna putih dan mempunyai titik cair, sifat plastis dan kestabilan tertentu. Menurut Winarno (1989), Shortening adalah lemak padat yang mempunyai sifat plastis dan kestabilan tertentu, umumnya berwarna putih sehingga sering disebut dengan nama mentega putih. Shortening diperoleh dari pencampuran dua atau lebih lemak, atau dengan cara hidrogenasi. Lemak adalah bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan (Buckle, 1987).

### 4. Garam

Penggunaan garam bertujuan untuk menambah rasa gurih pada roti tawar. Garam juga dapat membantu mengatur kegiatan ragi dalam adonan yang sedang diragi dan dengan demikian mengatur bentuk dan pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan dalam adonan yang diragi. Jumlah garam yang akan digunakan tergantung jenis tepung yang akan dipakai (Anonim, 1983).

#### 5. *Yeast*

Adalah mikroorganisme dari jenis *Saccharomyces cerevisiae*, berfungsi :

- a. Menghasilkan gas dalam adonan dengan mengubah gula menjadi gas karbondioksida.
- b. Mematangkan dan melunakkan gluten dalam adonan sehingga gluten dapat menahan pengembangan gas dengan rata.
- c. Berperan dalam menciptakan cita rasa dalam roti tawar (Sulistyo, 1992).

*Yeast* selain digunakan sebagai bahan pengembang yaitu kemampuannya untuk menghasilkan CO<sub>2</sub> juga memiliki sifat reologikal yaitu menurunkan pH adonan, mengubah alkohol dan membentuk pengembangan gelembung udara. *Yeast* yang digunakan dalam pembuatan roti tawar harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Dapat disimpan dalam bentuk kering.
- b. Tahan terhadap aktivitas formulasi tinggi
- c. Tahan terhadap aktivitas pembekuan adonan (Sulistyo, 1992).

#### 6. Susu

Susu adalah suatu emulsi dari bagian-bagian lemak yang sangat kecil dalam larutan protein cair, gula dan mineral-mineral. Emulsi dapat diartikan sebagai

suatu larutan yang stabil dari lemak, air, dan bahan-bahan lainnya yang tidak akan berpisah dari himpunannya setelah didiamkan: susunan susu 15 agak berbeda dan tergantung dari beberapa faktor-faktor susu terdiri dari 80% kasein dan 20% albumin (Anonim, 1983). Selain itu penggunaan susu juga berfungsi untuk memperkuat gluten, memperbaiki serat roti, menambah daya serap air dan juga memberikan rasa dan aroma pada roti (Sultan, 1987).

#### 7. Telur

Fungsi telur dalam formula roti digunakan sebagai pengembang adonan, meningkatkan keempukan roti dan membentuk warna roti dan juga untuk memperkaya kandungan gizi dalam roti. Albumin dalam telur dihasilkan oleh kuning telur. Karena albumin dalam adonan roti berfungsi untuk mencegah kristalisasi gula dan penguapan air yang berlebih selama pengadukan. Sehingga akan memberikan tekstur halus pada adonan (Kent, 1966).

#### 8. Air

Air adalah bahan yang terpenting dalam proses pembuatan roti, air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air mempengaruhi penampilan tekstur, cita rasa makanan (Winarno, 1991). Fungsi air dalam pembuatan roti adalah mengikat protein membentuk gluten dan mengikat pati akan membentuk gelatin dengan adanya panas. Air juga berfungsi sebagai pelarut dari bahan-bahan lainnya seperti garam, gula, susu serta berfungsi sebagai pengontrol waktu fermentasi.

#### 9. Lesitin

Lesitin (fosfatidil kolina) merupakan salah satu contoh emulsifier alami yang banyak terdapat di alam. Fosfolipida merupakan turunan lemak, yang sebuah

asam lemaknya tersubstitusi oleh asam fosfat yang teresterifikasi dengan gliserol pada salah satu atom karbon ujungnya. Fosfolipida yang salah satu gugus hidroksil residu asam fosfatnya terikat kolina disebut lesitin (Winarno, 1997). Menurut Rob Mudjisihono (1993), Gliseril monostearat (GMS) yang berfungsi sebagai emulsifier buatan dan juga berperan sebagai bahan penyatu antar granula pati, GMS mampu berinteraksi dengan molekul-molekul amilosa sehingga dapat menahan gas. Emulsi ialah gerakan satu jenis cairan dalam satu cairan lain yang saling tidak larut. Terdapat dua jenis cairan dalam emulsi yaitu air (w) dan minyak (o). Terdapat dua jenis emulsi yaitu emulsi air dalam minyak (w/o) dan minyak dalam air (o/w). Emulsi w/o adalah lambat pecah dan lambat meresap. Contoh emulsi w/o ialah krim (kosmetik), mentega dan margarin. Emulsi o/w mempunyai rasa seperti air, ringan dan ia mudah pecah. Peran agen pengemulsi ialah untuk mengurangi tegangan antara muka di antara dua fase (Anonim, 2007).